



АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В АРХИТЕКТУРЕ

*Бойко Роман,
Архитектор, генеральный директор
ИП «BOIKO ARCHITECTS», г. Житомир, Украина*

E-mail: Romeinsdez@gmail.com

Аннотация. Данная статья посвящена всестороннему анализу использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в современной архитектуре. Рассматривается роль интеграции ВИЭ как ключевого фактора в достижении устойчивости зданий, сокращении углеродного следа и повышении энергетической независимости. В работе исследуются основные виды возобновляемой энергии, применяемые в строительстве, включая солнечную (фотоэлектрические системы и солнечные коллекторы), ветровую, геотермальную и биомассу, с учётом их технических характеристик, экономической эффективности и архитектурной интеграции. Анализируются существующие барьеры и вызовы на пути широкого внедрения ВИЭ в архитектурные проекты, такие как первоначальные инвестиции, эстетические соображения, технологические ограничения и нормативно-правовые аспекты. Также представлены перспективы развития технологий ВИЭ и их влияние на архитектурное проектирование, включая концепции зданий с нулевым энергопотреблением (Net-Zero Energy Buildings) и интеллектуальные системы управления энергией. Сделан вывод о необходимости комплексного подхода к проектированию зданий, учитывающего энергетическую эффективность и активное использование ВИЭ для создания по-настоящему устойчивой и комфортной среды обитания.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии (ВИЭ), устойчивая архитектура, зелёное строительство, энергоэффективность зданий, солнечная энергия, ветровая энергия, геотермальная энергия, интеграция ВИЭ, здания с нулевым энергопотреблением (NZEB).

В современном мире, учитывая вызовы глобального изменения климата и ограниченность традиционных энергоресурсов, возобновляемые источники энергии становятся все более актуальными. Их интеграция в архитектуру позволяет не только снизить негативное воздействие на окружающую среду, но и

повысить энергоэффективность зданий, обеспечить устойчивое развитие городов и улучшить качество жизни людей.

Анализ использования возобновляемых источников энергии в архитектуре включает оценку различных технологий, таких как солнечные панели, ветряные турбины, геотермальные системы и биомасса, а также их влияние на проектирование, эксплуатацию и экономическую эффективность объектов. Введение данных технологий способствует созданию комфортных, экологически чистых и экономически выгодных зданий, что делает изучение данного вопроса важным направлением современной архитектурной практики и научных исследований.

Отметим, что история использования возобновляемых источников энергии в архитектуре насчитывает тысячи лет и тесно связана с развитием цивилизаций и поиском устойчивых способов обеспечения комфортных условий жизни. Ещё в древности люди применяли природные ресурсы для обогрева и освещения своих жилищ. Например, в Древнем Египте и Месопотамии здания ориентировали таким образом, чтобы максимально использовать солнечное тепло в холодное время года и создавать тень летом. В Древней Греции и Риме архитекторы учитывали направление солнца и ветра, применяя массивные стены и внутренние дворы для естественной вентиляции и терморегуляции.

В Средние века и эпоху Возрождения возобновляемая энергия использовалась преимущественно в форме водяных и ветряных мельниц, которые служили для получения механической энергии, а также обеспечивали отопление и вентиляцию зданий. В это время появились первые системы пассивного солнечного отопления, когда здания строились с южной ориентацией и большими окнами для максимального использования солнечного света.

Индустриальная революция привела к доминированию ископаемого топлива, что временно уменьшило интерес к возобновляемым источникам энергии в архитектуре. Однако в XX веке, особенно после глобальных энергетических кризисов 1970-х годов, внимание к возобновляемым ресурсам вновь возросло. Архитекторы стали активно внедрять солнечные коллекторы, тепловые насосы, системы естественной вентиляции и зелёные крыши. В последующие десятилетия развитие технологий позволило широко использовать фотоэлектрические панели, ветроэнергетические установки и геотермальные системы для повышения энергоэффективности зданий [3].

Сегодня интеграция возобновляемых источников энергии в архитектуру рассматривается как ключевой элемент устойчивого строительства и "зелёной" архитектуры. Исторический опыт показывает, что гармоничное использование природных ресурсов всегда способствовало созданию комфортной среды и экономии энергии, а современные технологии расширяют эти возможности, адаптируя их к современным условиям жизни и меняющимся экологическим вызовам (рис. 1).



Рис. 1 Основные природные источники энергии

Современные примеры использования возобновляемых источников энергии в архитектуре демонстрируют стремление к устойчивому развитию и снижению углеродного следа зданий. Одним из ярких примеров являются здания с интегрированными фотоэлектрическими панелями, которые превращают солнечную энергию в электричество. Например, в архитектуре Северной Европы и США широко применяют «солнечные фасады» – солнечные модули, встроенные прямо в окна, стены или крыши, что не только обеспечивает энергонезависимость, но и сохраняет эстетичность здания [1].

Другой современный тренд – использование геотермальных систем отопления и охлаждения. Такие системы позволяют работать с внутренней температурой земли, обеспечивая эффективный и экологичный климат-контроль. Примером может служить здание Центральной библиотеки в Ванкувере, где геотермальные насосы снизили потребление энергии на 40%.

Ветроэнергетика также постепенно внедряется в архитектуру – компактные и тихие ветряные турбины устанавливают на крышах зданий, особенно в районах с постоянными ветрами. В одном из проектов в Германии «Энергоэффективного дома» ветер и солнце работают в тандеме, обеспечивая круглосуточное энергоснабжение.

Кроме того, растущая популярность получают "зеленые" крыши и стены, покрытые растительностью, которые не только улучшают теплоизоляцию, но и способствуют абсорбции углекислого газа, снижая нагрузку на городскую среду.

Современные технологии позволяют создавать «энергетически автономные» здания – например, офисный комплекс The Edge в Амстердаме, считающийся одним из самых энергоэффективных в мире. Его система использует солнечные панели, внутренние датчики движения и оконные жалюзи, оптимизируя потребление энергии в реальном времени [2].

Современные архитектурные проекты интегрируют различные виды возобновляемых источников энергии – солнечные, ветровые, геотермальные, сочетая их с инновационными технологиями и экологически ответственными решениями, что делает здания более автономными, энергоэффективными и дружелюбными к окружающей среде.

Следует подчеркнуть, что использование возобновляемых источников энергии в архитектуре сталкивается с рядом существенных проблем, которые ограничивают их широкое внедрение.

Во-первых, одной из главных сложностей является высокая первоначальная стоимость установки оборудования, такого как солнечные панели, геотермальные системы или ветровые турбины. Это требует значительных инвестиций на этапе строительства или реконструкции зданий, что зачастую становится препятствием для застройщиков и владельцев недвижимости.

Во-вторых, технические ограничения и зависимость от природных условий существенно влияют на эффективность возобновляемых источников.

Например, солнечные панели зависят от уровня инсоляции и не работают в достаточной мере в пасмурные дни или ночью, а ветровые турбины – от постоянства ветрового потока. Геотермальные системы требуют изучения грунтов и подходящего ландшафта, что не всегда реализуемо в городских условиях.

В-третьих, интеграция таких систем в архитектурный облик здания часто вызывает трудности. Не всегда возможно гармонично вписать массивные солнечные панели или ветровые установки в дизайн, особенно при строгих требованиях к эстетике и историческим фасадам. Это вызывает сопротивление со стороны архитекторов, заказчиков и местных органов [4].

Кроме того, существует проблема технического обслуживания и долговечности оборудования. Возобновляемые технологии требуют регулярного мониторинга и сервисного обслуживания, что увеличивает эксплуатационные расходы. Низкое качество отдельных компонентов и недостаточная квалификация обслуживающего персонала могут привести к снижению эффективности систем со временем.

Наконец, ограничена инфраструктура для эффективного хранения и распределения энергии, особенно в случае избыточного производства.

Аккумуляторы высокой емкости остаются дорогими и с ограниченным сроком службы, что осложняет создание полностью автономных энергетических систем.

Проблемы использования возобновляемых источников энергии в архитектуре связаны с экономическими барьерами, техническими ограничениями, архитектурными сложностями, эксплуатационными требованиями и недостатком развитой инфраструктуры. Для преодоления этих трудностей необходимо комплексное развитие технологий, снижение стоимости и внедрение гибких проектных решений (табл. 1).

Таблица 1

Положительные и отрицательные стороны ВИЭ

№	Основные преимущества использования ВИЭ	Основные недостатки использования ВИЭ
1	Снижение энергопотребления и расходов на оплату коммунальных услуг. ВИЭ могут генерировать электричество и тепло для отопления и горячего водоснабжения, это значительно снижает зависимость от ископаемого топлива и коммунальных платежей.	Высокая начальная стоимость. Стоимость установки систем ВИЭ может быть выше, чем традиционных систем отопления и электроснабжения.
2	Снижение выбросов парниковых газов. ВИЭ не производят выбросов CO ₂ , тем самым внося свой вклад в борьбу с изменением климата и улучшая общие экологические показатели зданий.	Переменчивость. Некоторые ВИЭ, такие как солнечная и ветровая энергия, зависят от погодных условий, что может привести к колебаниям в энергоснабжении.
3	Повышение энергонеависимости. ВИЭ позволяют домам стать более автономными и менее зависимыми от централизованных энергосистем, что особенно актуально в удаленных районах.	Необходимость в дополнительных устройствах. Для хранения энергии, полученной от ВИЭ, могут потребоваться дополнительные устройства, такие как аккумуляторы.
4	Эстетика. ВИЭ могут стать стильным и современным элементом дизайна дома, подчеркивая его экологичность и инновационность.	

По нашему мнению, использование возобновляемых источников энергии в архитектуре требует комплексного подхода для решения существующих проблем.

Во-первых, снижение первоначальных затрат становится возможным благодаря развитию технологий и масштабному производству оборудования. Массовое внедрение солнечных панелей и других устройств ведёт к снижению их стоимости, а государственные программы поддержки и субсидии стимулируют инвестирование в «зелёную» энергетику. Также важным

направлением является интеграция систем в ранних стадиях проектирования здания, что уменьшает расходы и позволяет оптимизировать их работу.

Во-вторых, технические ограничения можно частично преодолевать за счёт создания гибридных энергетических систем, которые объединяют разные источники энергии (солнечную, ветровую, геотермальную) и аккумуляторы для хранения избыточной энергии. Это обеспечивает стабильность и надёжность энергоснабжения независимо от погодных условий. Развитие энергоэффективных и интеллектуальных систем управления помогает максимально рационально использовать вырабатываемую энергию.

Третья проблема – архитектурная интеграция – решается применением современных дизайнерских решений и новых материалов. Тонкие и гибкие солнечные панели, встроенные в фасады и крыши, эстетично вписываются в общий облик зданий. Использование BIM (Building Information Modeling) позволяет прорабатывать взаимодействие инженерных систем и архитектуры максимально эффективно ещё на этапе проектирования. В случаях с историческими зданиями используются скрытые или малозаметные устройства, сохраняющие внешний вид объекта.

Что касается эксплуатации и обслуживания, важна подготовка квалифицированных кадров и создание сервисных служб, специализирующихся на возобновляемых технологиях. Регулярное техническое обслуживание, мониторинг состояния систем с помощью цифровых технологий и удалённый контроль помогают поддерживать их производительность на высоком уровне и продлевать срок службы.

Для решения проблемы хранения энергии сегодня активно развиваются технологии аккумуляторов с улучшенной ёмкостью и долговечностью, а также новые методы, например хранение энергии в виде водорода или сжатого воздуха. Создание «умных» энергосетей (smart grids) позволяет эффективно распределять энергию между объектами и снижать потери.

Таким образом, в современном мире все больше внимания уделяется вопросам энергоэффективности и устойчивого развития. Одним из важнейших способов решения этих проблем является использование возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в проектировании и дизайне современных домов. ВИЭ – это источники энергии, которые не исчерпываются и не загрязняют окружающую среду. К ним относятся солнечная энергия, ветровая энергия, геотермальная энергия, биомасса и др. Основными видами альтернативных источников энергии является солнечная, ветровая, геотермальная, гидроэнергия и энергия получаемые из биомасс.

Решение проблем применения возобновляемых источников в архитектуре ведётся через технологическое развитие, государственную поддержку, инновационные проектные подходы, повышение квалификации специалистов и развитие инфраструктуры хранения и управления энергией. Такой комплексный подход позволит значительно повысить эффективность и распространённость «зелёных» технологий в строительстве и эксплуатации зданий.

Внедрение возобновляемых источников энергии в архитектурные проекты является важным и перспективным направлением, способствующим устойчивому развитию и снижению негативного воздействия на окружающую среду. Несмотря на существующие сложности – высокие первоначальные затраты, технические ограничения и необходимость тщательной интеграции в архитектурный дизайн – современные технологии и инновационные подходы позволяют постепенно преодолевать эти барьеры.

Ключевым фактором успешного применения становится комплексный подход, включающий раннее включение энергоэффективных решений в проектирование, развитие гибридных систем и накопителей энергии, а также использование интеллектуального управления. Государственная поддержка и стимулирование рынка «зелёных» технологий способствуют ускорению внедрения.

Кроме того, рост профессионализма в сфере обслуживания и постоянное совершенствование технологий хранения и распределения энергии обеспечивают надежность и эффективность систем. Архитектурная интеграция при этом становится более органичной, благодаря использованию новых материалов и цифрового моделирования.

В итоге переход к использованию возобновляемых источников в архитектуре не только снижает экологический след зданий, но и создаёт экономические и социальные преимущества, повышая комфорт и качество жизни. Это стратегически важное направление, от успешного внедрения которого зависит будущее энергосбережения и экологической безопасности в строительной сфере.

Литература:

1. Беляев В.С., Граник Ю.Г., Матросов Ю.А. Энергоэффективность и теплозащита зданий. Москва: АСВ, 2012. С. 5-10.
2. Маркова О. К. Архитектура малоэтажных жилых домов с использованием возобновляемых источников энергии. Учебное пособие. – М.: Полиграфия МАРХИ. – 2014.
3. Кауашев А.З., Илина А.З. Солнечная энергия как один из факторов проектирования энергоэффективных индивидуальных жилых домов // Актуальные научные исследования в современном мире. – 2020. – № 3-1. – С. 5-9.
4. Karamysheva A.A., Shumeyko V.I. Rational constructional and planning concepts of high-rise buildings' stabilization // Engineering studies. 2017. Vol. 9. No. 3. pp. 696